

Family list

2 family member for: **JP8078329**
Derived from 1 application

1 MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

Inventor: OTANI HISASHI

Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

EC:

IPC: H01L21/20; H01L21/02; H01L21/336 (+9

Publication info: JP3464287B2 B2 - 2003-11-05

JP8078329 A - 1996-03-22

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

S C E N E D
7 / 1 0 / 2 0 0 0

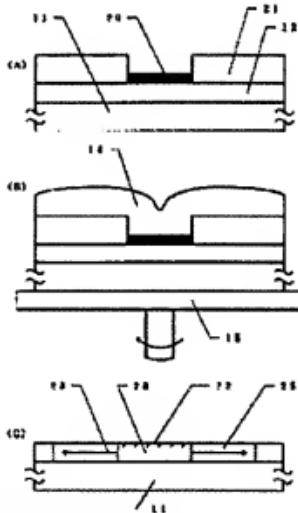
MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

Patent number: JP6078329
Publication date: 1996-03-22
Inventor: OTANI HISASHI
Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB
Classification:
- International: H01L21/20; H01L21/02; H01L21/036; H01L27/12; H01L29/786;
H01L21/02; H01L27/12; H01L29/66; (IPC1-7): H01L21/20; H01L21/036;
H01L27/12; H01L29/786
- European:
Application number: JP19940235919 19940905
Priority number(s): JP19940235919 19940905

[Report a data error here](#)

Abstract of JP6078329

PURPOSE: To control the quantity of a catalytic element introduced precisely, and to introduce the catalytic element selectively in a method, in which crystalline silicon is obtained through heat treatment by using the catalytic element promoting crystallization. **CONSTITUTION:** A mask 21 consisting of silicon oxide, etc., is formed one amorphous silicon film 12 formed on a glass substrate 11, an extremely thin oxide film 20 is shaped, and the aqueous solution 14 of an acetoic acid salt solution, etc., to which a catalytic element such as nickel is added in 10-200ppm (adjustment is required), is dropped. The whole is held for a fixed time under the state, and spin-drying is conducted by using a spinner 15. Heat treatment for four hr at 550 deg.C is performed, thus acquiring a crystalline silicon film. In the constitution, the concentration of the catalytic element in the completed crystalline silicon film can be controlled accurately by adjusting the concentration of the catalytic element in the solution. Crystal growth can be executed towards a region, into which nickel is not introduced, from a region, into which nickel is introduced.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国鉄株式会社 (J.P.)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公署登録

特開平8-78329

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. *
B01L 21/20
27/12
29/784
21/324

識別記錄

51

9056-4M

EDIL 29/78

521

(31) 出圖番號 特翻平6-235919

(71) 申请人 000153878

(32) 出題日 昭和 6 年 (1991) 9 月 5 日

神奈川県横浜市長谷398番地

(72) 完明者 大谷 久

神奈川県藤沢市長谷398番地 附3

液体工况泵的研究综述

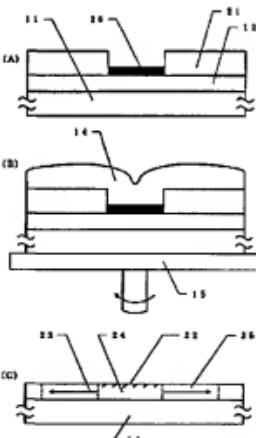
等加工小形可一削光削平

(54) 【登録の名前】当該体能層の作製方法

(57) 「要約」

【目的】結晶化を助長する触媒元素を用いて、550℃程度、4時間程度の加熱処理で結晶性粋を得る方法において、触媒元素の導入量を精密に制御し、しかも選択的に導入を行ふ。

【構成】 ガラス基板 1 1 上に形成された非晶質珪素膜 1 2 上に酸化珪素等でなるマスク 2 1 を形成し、さらに膜薄の酸化膜 2 0 を形成し、その後にニッケル等の触媒元素を $1.0 \sim 2.00 \text{ p.p.m}$ (要調整) 添加した稀酢酸溶液等の水溶液 1 4 を滴下する。この状態で所定の時間保持し、スピナー 1 5 を用いてスピンドライを行なう。そして、 550°C 、4 時間の加熱処理を行なうことにより、結晶性珪素膜を得る。上記構成において、溶成中の触媒元素の濃度を調整することで、完成した結晶性珪素膜中における触媒元素の濃度を精密に制御することができる。また、ニッケルが購入された領域からニッケルが導入されなかつた領域に向かって結晶成長を行なわすことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非晶質珪素膜の表面に選択的にマスクを形成する工程と、

前記非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接して保持させる工程と、

加熱処理および/または光照射を行うことにより前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】 非晶質珪素膜の表面に選択的にマスクを形成する工程と、

前記非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に接して保持させる工程と、

加熱処理および/または光照射を行うことにより前記金属元素が接して保持された領域から前記金属元素が接していない領域へと前記非晶質珪素膜の結晶成長を行わす工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項3】 絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質珪素膜の表面に選択的にマスクを形成する工程と、前記非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に接して保持させる工程と、

加熱処理および/または光照射を行うことにより前記金属元素が接して保持された領域から基板に平行な方向に結晶成長を行わす工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3において、

珪素の結晶化を助長する金属元素として Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Au

から選ばれた一種または複数種類の元素が用いられるこ

とを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項5】 請求項1乃至請求項3において、

珪素膜中に導入される金属元素の濃度が、 1×10^{11} at

oms cm^{-2} ~ 5×10^{11} atoms cm^{-2} であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項6】 請求項1乃至請求項3において、

マスクを構成する材料は、酸化珪素、珪化珪素、酸化アルミニウム、珪化アルミニウム、樹脂材料から選ばれた材料を含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項7】 請求項1乃至請求項3において、

マスクは絶縁体でなる単層または多層でなることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項8】 請求項1乃至請求項3において、

マスクは絶縁体でなることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項9】 請求項1乃至請求項3において、

光照射としてレーザー光または強光の照射が行われることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項10】 請求項1乃至請求項3において、

金属元素を選択的に接して保持させる工程は、前記金属元素を含んだ導体を露することによって行われること

を特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は結晶性を有する半導体を用いた半導体装置の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 薄膜半導体を用いた薄膜トランジスタ(以下TFT等)が知られている。このTFTは、基板

上に薄膜半導体を形成し、この薄膜半導体を用いて活性領域が構成されるものである。このTFTは、各種集積回路に利用されているが、特に電気光学装置、特にアクティピットリックス型の液晶表示装置の各画素に投げられたスイッチング素子、周辺回路部分に形成されるドライバ-電子子として注目されている。

【0003】 TFTに利用される薄膜半導体としては、非晶質珪素膜を用いることが簡便であるが、その電気的特性が低いという問題がある。TFTの特性向上を得るためにには、結晶性を有するシリコン薄膜を利用するばよい。結晶性を有するシリコン膜は、多結晶シリコン、ボリシリコン、微結晶シリコン等と称されている。この結晶性を有するシリコン膜を得るためにには、まず非晶質珪素膜を形成し、かかる後に加熱によって結晶化さればよい。

【0004】 しかしながら、加熱による結晶化は、加熱温度が 600°C 以上の温度で10時間以上の時間を掛けることが必要であり、基板としてガラス基板を用いることが困難であるという問題がある。例えばアクティピット型の液晶表示装置に用いられるコーニング7059ガラスはガラス歪が 5.9°C であり、基板の大面積化を考慮した場合、 600°C 以上の加熱には問題がある。

【0005】 【発明の背景】 本発明者らの研究によれば、非晶質珪素膜の表面にニッケルやパラジウム、さらには銅等の元素を微量に堆積させ、かかる後に加熱することで、 550°C 、4時間程度の処理時間で結晶化を行なえることが判明している。

【0006】 上記のような微量な元素(結晶化を助長する金属元素)を導入するには、プラズマ処理や蒸着、さらにはイオン注入を利用すればよい。プラズマ処理とは、平行平板型あるいは陽光柱型のプラズマCVD装置

において、電極として結晶化を助長する金属元素(例えばニッケル)を含んだ材料を用い、空素または水素等の雰囲気でプラズマを生じさせることによって非晶質珪素膜に金属元素の添加を行なう方法である。

【0007】 しかしながら、上記のような元素が半導体中に多量に存在していることは、これら半導体を用いた装置の信頼性や電気的安定性を阻害するものであり好ましいことではない。

【0008】 即ち、上記のニッケル等の結晶化を助長する元素(金属元素)は、非晶質珪素を結晶化させる膜には必要であるが、結晶化した珪素中には極力含まない

ようになることが望ましい。この目的を達成するには、金属元素として結晶性珪素中で不活性な傾向が強いものを選ぶと同時に、結晶化に必要な金属元素の量を極力少なくし、最低限の量で結晶化を行なう必要がある。そしてそのためには、上記金属元素の添加量を精密に制御して導入する必要がある。

【0009】また、ニッケルを金属元素とした場合において、非晶質珪素膜を成長し、ニッケル添加をプラズマ処理法によって行ない結晶性珪素膜を作製し、その結晶化過程等を詳細に検討したところ以下の事項が判明した。

(1) プラズマ処理によってニッケルを非晶質珪素膜上に導入した場合、熱処理を行なう以前に既に、ニッケルは非晶質珪素膜中のかなりの深さの部分まで侵入している。

(2) 結晶の初期核発生は、ニッケルを導入した表面から発生している。

(3) 蒸着法でニッケルを非晶質球形膜上に成膜した場合であっても、プラズマ処理を行なった場合と同様に結晶化が起こる。

【0010】上記事項から、プラズマ処理によって導入されたニッケルが全て効率的に機能していないといふことが結論される。即ち、多量のニッケルが導入されても十分に機能していないニッケルが存在していると考えられる。このことから、ニッケルと素膜が接している点(面)が低湿結晶化の際に機能していると考えられる。そして、可能な限りニッケルは直接に原子状に分散していることが必要であることが結論される。即ち、「必要なものは非晶質珪素膜の表面近傍に低湿結晶化が可能な範囲内で可能な限り低濃度のニッケルが原子状で分散して導入されればよい。」ということが結論される。

【0011】非晶質珪藻土の表面近傍のみに極微量の二価カルボン酸を導入する方法、言い換えるならば、非晶質珪藻土の表面近傍のみ結晶化を助長する金属元素を極微量導入する方法としては、蒸着法を挙げることができるが、蒸着法は制御性が悪く、金属元素の導入量を厳密に制御することが困難であるという問題がある。またイオン注入法やプラズマドーピング法を用いることも考えられるが、生産性の点で問題がある。

【0012】
【発明が解決しようとする課題】本発明は、金属元素を用いた600℃以下の熱処理による結晶性を有する薄膜半導体の作製において、

(1) 金属元素の量を制御して導入し、その量を最小限の量とする。

(2) 生産性の高い方法とする。
 (3) デバイスに利用することを目的とした結晶性硅素

薄膜を得る、といった要求を満たすことを目的とする。

【問題を解決するための手段】本発明の構成の一つは

非晶質珪素膜の表面に選択的にマスクを形成する工程と、前記非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を接着して保持させる工程と、加熱処理および/または光照射を行うことにより前記非晶質珪素膜を結晶化させる工程と、を有することを特徴とする。

【0014】他の発明の構成は、非晶質珪素膜の表面に遷移的にマスクを形成する工程と、前記非晶質珪素膜の表面に珪素の結晶化を助長する金属元素を遷移的に接着して保持させる工程と、加熱処理および/または光照射を行うことにより前記金属元素が接着して保持された領域から前記金属元素が接着していない領域へと前記非晶質珪素膜の結晶成長を行わす工程と、を有することを特徴とする。

【0015】他の発明の構成は、鍍金表面を有する基板上に形成された非晶質硅素膜の表面に選択的にマスクを形成する工程と、前記非晶質硅素膜の表面に硅素の結晶化を助長する金属元素を選択的にして保持させる工程と、加熱処理および／または光照射を行うことにより前記金属元素が擴して保持された領域から基板に平行な方向に結晶成長を行わす工程と、を有することを特徴とする。

【0016】本発明の構成を採用することによって以下に示すような基本的な有効性を得ることができる。

(a) 溶液中における金属元素濃度は、予め厳密に制御し結晶性をより高めかつその元素の量をより少なくする

(b) 溶液と非晶質珪素膜の表面とが接触していれば、金属元素の非晶質珪素への導入量は、溶液中における金属元素の濃度によって決まる。

(c) 非晶質珪素膜の表面に吸着する金属元素が主に結晶化に寄与することとなるので、必要最小限度の濃度で

(d) マスクを用いて、選択的に金属元素を導入することにより、金属元素を導入した領域から金属元素を導入しなかった領域へと、結晶成長を行わすことができる。

【0017】非晶質炭素膜上に結晶化を助長する元素を含有させた溶液を塗布する方法としては、溶液として水溶液、有機溶媒溶液等を用いることができる。この場合

溶浴、有機溶浴液等を用いることができる。ここで言ふとは、化合物として含ませるという意味と、単に分散させることにより含ませるという意味との両方を含む。
〔0018〕金属元素を含む溶媒としては、極性溶媒である水、アルコール、酢、アンモニアから選ばれたものを用いることができる。

【0019】触媒としてニッケルを用い、このニッケルを極性溶媒に含ませる場合、ニッケルはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては、代表的には純化ニッケル、醇酸ニッケル、藤酸ニッケル、炭酸ニッケル、塩化ニッケル、沃化ニッケル、硝酸ニッケル、硫酸ニッケル、磷酸ニッケル、ニッケルアセチルアミドトキシ、イソクレオノンジニッケル、硫酸ニッケル。

ッケル、水酸化ニッケルから選ばれたものが用いられる。

【0020】また金属元素を含む溶媒として、無活性溶媒であるベンゼン、トルエン、キシレン、四塩化炭素、クロロホルム、エーテルから選ばれたものを用いることができる。

【0021】この場合はニッケルはニッケル化合物として導入される。このニッケル化合物としては代表的には、ニッケルアセチルアセトネート、2-エチルヘキサン酸ニッケルから選ばれたものを用いることができる。

【0022】また金属元素を含有させた溶液に界面活性剤を添加することも有用である。これは、被塗布面に対する密着性を高め吸着性を制御するためである。この界面活性剤は予め被塗布面上に堆積するのでもよい。

【0023】金属元素としてニッケル単体を用いる場合には、酸に溶かして溶媒とする必要がある。

【0024】以上述べたのは、金属元素であるニッケルが完全に溶解した溶液を用いる例であるが、ニッケルが完全に溶解していなくとも、ニッケル単体あるいはニッケルの化合物からなる粉末が分散錠中に均一に分散したエマルジョンの如き材料を用いてよい。

【0025】なおこれらのこととは、金属元素としてニッケル以外の材料を用いた場合であっても同様である。

【0026】結晶化を助長する金属元素としてニッケルを用い、このニッケルを含有させる溶被溶媒として水の如き活性溶媒を用いた場合において、非晶質珪素膜にこれら溶被を直接塗布すると、溶被が剥がれてしまうことがある。この場合は、1.0 A 以下の種々の酸化膜をまず形成し、その上に金属元素を含有させた溶液を塗布することで、均一に溶液を塗布することができる。また、界面活性剤の如き材料を溶液中に添加する方法により剥れを改善する方法も有効である。

【0027】また、溶液として2-エチルヘキサン酸ニッケルのトルエン溶液の如き無活性溶媒を用いることで、非晶質珪素膜表面に直接塗布することができる。この場合にはレジスト塗布の際に使用されている密着剤の如き材料を手めり塗布することは有効である。しかし塗布量が多過ぎる場合には逆に非晶質珪素膜への金属元素の添加を妨害してしまうために注意が必要である。

【0028】溶液に含まれる金属元素の量は、その溶液の種類にも依存するが、概略の傾向としてはニッケル量として溶液に対して2.00 ppm~1 ppm、好ましくは50 ppm~1 ppm(重量換算)とすることが望ましい。これは、結晶化終了後の膜中のニッケル濃度や耐フッ酸性に鑑みて決められる値である。

【0029】上記金属元素の濃度における濃度は、非晶質珪素膜中に導入される金属元素の量(最終的に得られる結晶性珪素膜中におけるニッケル濃度で評価される)が $1 \times 10^{11} \sim 5 \times 10^{11} \text{ atoms cm}^{-2}$ となるよう決定すればよい。また、非晶質珪素膜中に導入される

金属元素の濃度は、溶液の保持時間によっても制御可能である。なお、本明細書中における金属元素の濃度はSIMS(2次イオン分析法)で評価される最小値のことをいう。

【0030】また、金属元素を含んだ溶液を選択的に塗布することにより、結晶成長を選択的に行なうことができる。特にこの場合、溶液が塗布されなかつ領域に向かって、溶液が塗布された領域から珪素膜の面上に密着平行な方向(珪素膜が形成された基板と平行な方向)に結晶成長が行なうことができる。この珪素膜の面上に密着平行な方向に結晶成長が行なわれた領域を本明細書中ににおいては横方向に結晶成長した領域といふこととする。

【0031】またこの横方向に結晶成長が行なわれた領域は、金属元素の濃度が低いことや確かめられている、半導体装置の活性層領域として、結晶性珪素膜を利用することは有用であるが、活性層領域中における不純物の濃度は一般に低い方が好ましい。従って、上記横方向に結晶成長が行なわれた領域を用いて半導体装置の活性層領域を形成することはデバイス作製上有用である。

【0032】またこの横方向に結晶成長した領域は、結晶性の成長方向に沿って結晶粒界が存在しているので、結晶成長に沿ってキャリアの移動する構成とした場合、結晶粒界によるキャリアの散乱や捕獲を少なくすることができる。即ち、デバイスとしての特性をより高くすることができる。

【0033】本発明においては、金属元素としてニッケルを用いた場合に最も顕著な効果を得ることができるが、その他の利用できる金属元素の種類としては、Fe、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素を用いることができる。

【0034】また、金属元素の導入方法は、水溶液やアルコール等の溶液を用いることに規定されるものではなく、金属元素を含んだ物質を広く用いることができる。例えば、金属元素を含んだ金属化合物や酸化物を用いることができる。

【0035】本発明によって得られた結晶性珪素膜を用いることによって、PN、PI、NIその他の電気的接合を少なくとも1つ有する活性領域を構成する半導体装置を得ることができる。このような半導体装置としては、薄膜トランジスタ(TFT)、ダイオード、光センサを挙げることができる。

【0036】
【実施例】
【実施例】

【0037】本実施例では、結晶化を助長する金属元素を水溶液に含有させて、非晶質珪素膜上に塗布し、しかる後に加熱により結晶化させる例である。まず図1を用いて、金属元素(ここではニッケルを用いる)を導入するところまでを説明する。本実施例においては、基板と

してコーニング7059ガラスを用いる。またその大きさは100mm×100mmとする。

【0038】まず、非晶質珪素膜をプラズマCVD法やLPCVD法によって非晶質珪素膜を100Å～150Åの厚さに成膜する。ここでは、プラズマCVD法によって非晶質珪素膜12を1000Åの厚さに成膜する。（図1（A））

【0039】そして、汚れ及び自然酸化膜を取り除くためにフッ酸処理を行い、その後酸化膜13を1.0～50Åに成膜する。汚れが無視できる場合には、この工程を省略しても良いことは言うまでもなく、酸化膜13の代わりに自然酸化膜をそのまま用いれば良い。なお、この酸化膜13は薄膜のため正確な厚膜は不明であるが、20Å程度であると考えられる。ここでは酸素雰囲気中でのUV光の照射により酸化膜13を成膜する。成膜条件は、酸素雰囲気中においてUVを5分間照射することによって行う。この酸化膜13の成膜方法としては、熱酸化法を用いるものでもよい。また過酸化水素による処理によるものでもよい。

【0040】この酸化膜13は、後のニッケルを含んだ酢酸塩溶液を塗布する工程で、非晶質珪素膜の表面全体に酢酸塩溶液を行き渡らせるため、即ち流れ性の改善のためである。例えば、非晶質珪素膜の表面に直接酢酸塩溶液を塗布した場合、非晶質珪素が酢酸塩溶液を弾いてしまうので、非晶質珪素膜の表面全体にニッケルを導入することができない。即ち、均一な結晶化を行なうことができない。

【0041】つぎに、酢酸塩溶液中にニッケルを添加した酢酸塩溶液を作る。ニッケルの濃度は100ppmとする。そしてこの酢酸塩溶液を非晶質珪素膜12上の酸化膜13の表面に2m滴下し、この状態を5分間保持する。そしてスピナーを用いてスピンドライ（2000r.p.m. 60秒）を行う。（図1（C）、（D））

【0042】酢酸溶液におけるニッケルの濃度は、1ppm以上好ましくは10ppm以上であれば実用になる。また、液波として2-エチルヘキサン微ニッケルのトルエン溶液の如き無極性浴媒を用いる場合、酸化膜13は不要であり、直接非晶質珪素膜上に金属元素を導入することができる。

【0043】このニッケル溶液の塗布工程を、1回～複数回行なうことにより、スピンドライ後の非晶質珪素膜12の表面に数人～数百人の平均の膜厚を有するニッケルを含む層を形成することができる。この場合、この層のニッケルがその後の加熱工程において、非晶質珪素膜に拡散し、結晶化を助長することとなる。なお、この層というのは、完全な膜になっているとは限らない。このようにして、ニッケル元素が非晶質珪素膜に対して導入される。

【0044】上記浴液の塗布の後、5分間その状態を保持させる。この保持させる時間によっても、最終的に珪

素膜12中に含まれるニッケルの濃度を制御することができるが、最も大きな制御因子は浴液の濃度である。

【0045】そして、加熱炉において、酸素雰囲気中ににおいて550度、4時間の加熱処理を行う。この結果、基板11上に形成された結晶性を有する珪素薄膜12を得ることができる。

【0046】上記の加熱処理は450度～750度の温度範囲において行なうことができるが、温度が低いと加熱時間を持くなればならず、生産効率が低下する。また、600度以上とすると基板として用いるガラス基板の耐熱性の問題が表面化してしまう。従って、基板としてガラス基板を用いた場合には、上記加熱処理工程の温度は、450度～600度の範囲で行なうことが好ましい。

【0047】ここでは加熱処理を行なう例を示したが、加熱処理に併用して、または加熱処理の代わりにレーザー光の照射や強光の照射を行なうのもよい。例えば、加熱処理の前または後にレーザー光または強光の照射を行う方法。レーザー光または強光の照射の後に加熱処理を行う方法、加熱処理の後にレーザー光または強光を照射し、さらに加熱処理を行う方法、レーザー光または強光の照射と同時に加熱を行う方法、等を挙げることができる。なお、ここでいう加熱処理とは、450度～750度、ガラス基板の耐熱性を考慮するならば450度～600度の温度で行なうことが望ましい。

【0048】本実施例においては、非晶質珪素膜上に金属元素を導入する方法を示したが、非晶質珪素膜下に金属元素を導入する方法を採用してもよい。この場合は、非晶質珪素膜の成膜前に金属元素を含有した浴液を用いて、下地膜上に金属元素を導入すればよい。そして、金属元素が導入された下地膜上に非晶質珪素膜を成膜し、かかる後に加熱処理やレーザー光の照射を行なえばよい。

【0049】【実施例2】本実施例は、実施例1に示す作製方法において、ニッケルを選択的に導入するためのマスクを設ける例に関する。具体的には、1200人の酸化珪素膜を選択的に設け、この酸化珪素膜をマスクとして選択的にニッケルを導入する例である。

【0050】図2に本実施例における作製工程の概略を示す。まず、ガラス基板（コーニング7059、10cm角）上にマスクとなる酸化珪素膜21を1000Å以上、ここでは1200Åの厚さに成膜する。この酸化珪素膜21の膜厚については、発明者等の実験によると500Åでも問題がないことを確認しており、膜厚が緻密であれば更に薄くても良いと思われる。

【0051】そして通常のフォトリソバーナーニング工程によって、必要とするパターンに酸化珪素膜21をバーニングする。そして、酸素雰囲気中における紫外線の照射で薄い酸化珪素膜20を成膜する。この酸化珪素膜20の作製は、酸素雰囲気中でUV光を5分間照射することによって行なわれる。なおこの酸化珪素膜20の厚さ

は20～50人程度と考えられる(図2(A))。尚、この濡れ性を改善するための酸化珪素膜については、溶液とパターンのサイズが合致した場合には、マスクの酸化珪素膜の親水性のみによっても丁度よく添加される場合がある。しかしながらこの場合は特殊であり、一般的には酸化珪素膜20を使用したほうが安全である。

【0052】この状態において、実施例1と同様に10.0 ppmのニッケルを含有した酢酸塩溶液を5ml滴下(10cm角基板の場合)する。またこの際、スピナーで50 rpmで10秒のスピントルを行い、基板表面全体に均一な水膜を形成させる。さらにこの状態を5分間保持した後スピナーを用いて2000 rpm、60秒のスピンドルライをを行う。なおこの保持は、スピナー上において0～150 rpmの回転をさせながら行なってよい。(図2(B))

【0053】そして550度(窒素雰囲気)、4時間の加熱処理を施すことにより、非晶質珪素膜1.2の結晶化を行う。この際、ニッケルが導入された2.2で示される領域から矢印2.3で示されるように、ニッケルが導入された領域へと横方向に結晶成長が行われる。図2(C)において、2.4がニッケルが直接導入された結晶化が行われた領域であり、2.5が横方向に結晶化が行われた領域である。なお2.5の領域は、概略(111)面方向に結晶成長が行われていることが確認されている。

【0054】本実施例において、溶液濃度、保持時間を変化させることにより、ニッケルが直接導入された領域におけるニッケルの濃度を任意の範囲で制御可能である。また同様に横成長領域の濃度をそれ以下に制御することができる。珪素膜中に残留する金属元素の濃度は、 1×10^{11} atoms cm⁻²～ 5×10^{11} atoms cm⁻²の範囲内とすることが好ましい。これは、 1×10^{11} atoms cm⁻²以下の濃度であると、結晶化を助長する効果を得ることができず、 5×10^{11} atoms cm⁻²以上の濃度であると、金属元素の影響によって、半導体としての特性が阻害されてしまうからである。

【0055】以上述べたように、横方向に結晶が成長した領域は金属元素の濃度が小さく、しかも結晶性が良好であるので、この領域を半導体装置の活性領域として用いることは有用である。特に結晶成長方向にキャリアが移動するような構成とすることによって、例えば高移動度を有する薄膜トランジスタを得ることができる。

【0056】本実施例においては、ニッケルを非晶質珪素膜に選択的に導入する際に利用するマスクとして、酸化珪素膜を用いる例を示した。しかしマスクとしては、塗化珪素、酸化アルミニウム、塗化アルミニウム、レジスト等の樹脂材料、その他絶縁材料を用いることができる。勿論、金属元素を選択的に導入するためのマスク材料であるから、緻密でピンホールのない材質であることが必要とされる。またマスクとしては、半層膜ではなく、例えば酸化膜と塗化珪素膜の多層膜や、膜の厚さ方

向で成分を変化させた膜を用いてもよい。

【0057】【実施例3】本実施例は、金属元素であるニッケルを非水溶液であるアルコールに含有させ、非晶質珪素膜上に塗布する例である。本実施例では、ニッケルの化合物としてニッケルアセチルアセトネットを用い、該化合物をアルコールに含有させる。ニッケルの濃度は必要とする濃度になるようにすればよい。

【0058】後の工程は、実施例1または実施例2に示したのと同様である。また、このニッケルを含有したアルコール溶液は、非晶質珪素膜上に塗布するものよい。この場合、非晶質珪素膜の形成前にこの溶液をスピナーを用いて散布すればよい。またアルコールを用いた場合、非晶質珪素膜上に直接散布することが可能である。

【0059】以下具体的な条件を説明する。まず、ニッケル化合物として、ニッケルアセチルアセトネットを用意する。この物質は、アルコールに可溶であり、分解温度が低いため、結晶化工程における加熱の際に容易に分解せることができる。

【0060】また、アルコールとしてはエタノールを用いる。まずエタノールに前記のニッケルアセチルアセトネットをニッケルの量に換算して10.0 ppmになるよう調整し、ニッケルを含有した溶液を作製する。

【0061】そしてこの溶液を非晶質珪素膜上に塗布する。なお、非晶質珪素膜は、酸化珪素の下地膜(2.0 0.1mm)が形成された10.0 mm角のガラス基板上に1.0 0.0 Åの厚さでプラズマCVD法で形成したものである。

【0062】上記非晶質珪素膜上への溶液の塗布は、実施例1や実施例2の水溶液を用いた場合より、少なくてすむ。これは、アルコールの接触角が水のそれよりも小さいことに起因する。ここでは、10.0 mm角の面積に対し、2.1 mの滴下とする。

【0063】そして、この状態で5分間保持する。その後、スピナーを用いて乾燥を行う。この際、スピナーは1500 rpmで1分間回転させる。この後は、550°C、4時間の加熱を行ない結晶化を行う。こうして結晶性を有する珪素膜を得る。

【0064】【実施例4】本実施例は、金属元素であるニッケル単体を酸に溶かし、このニッケル単体が溶けた酸を非晶質珪素膜上に塗布する例である。

【0065】本実施例においては、酸として0.1mol/lの硝酸を用いる。この硝酸の中にニッケルの濃度が5.0 ppmとなるように、ニッケルの粉末を溶かし、これを溶液として用いる。この後の工程は、実施例1の場合と同様である。

【0066】【実施例5】本実施例においては、実施例2に示すようにニッケルを選択的に導入し、その部分から横方向(基板に平行な方向)に結晶成長した領域を用いて電子デバイスを形成する例を示す。このような構成

を採用した場合、デバイスの活性層領域における二ッケル濃度をさらに低くすることができ、デバイスの電気的安定性や信頼性の上から極めて好ましい構成とすることができます。また、結晶成長の方向をキャリアが移動する方向と一致または網棚一致させることによって、キャリアの移動が結晶粒界の存在に影響されにくい構成とすることができます。高性能なデバイスを構成することができる。

【0067】本実施例は、アクティブマトリクスの画面の駆動に用いられる TFT の作製工程に関するものである。図 3 に本実施例の作製工程を示す。まず、基板 201 を洗浄し、TEOS (テトラエチキシルシラン) と酸素を原液ガスとしてプラズマ CVD 法によって厚さ 2000 Å の酸化珪素の下地膜 202 を形成する。

【0068】そして、プラズマ CVD 法または減圧熱 CVD 法によって、厚さ 500 ～ 1500 Å、例えば 1000 Å の真性 (I 型) の非晶質硅酸膜 203 を形成する。次に連続的に厚さ 500 ～ 2000 Å、例えば 1000 Å の酸化珪素膜 205 をプラズマ CVD 法によって形成する。ここで酸化珪素膜は後の結晶化を助長する金属元素 (ニッケルを用いる) の導入の際にマスクとして機能する。

【0069】そして、酸化珪素膜205を選択的にエッティングして、非晶質珪素の露出した領域206を形成する。即ちマスクを形成する。

【0070】そして結晶化を助長する金属元素であるニッケル元素を含んだ溶液（ここでは酢酸塩溶液）を塗布する。酢酸溶液におけるニッケルの濃度は1000PPMである。その他、詳細な工程順序や条件は実施例2で示したものと同一である。ニッケル酢酸塩溶液を塗布することにより、水酸207が薄られる。

【0071】この後、室素雰囲気下で450～600℃、ここでは550℃、4時間の加熱アーニルを行い、珪素膜303の結晶化を行う。結晶化は、ニッケルと珪素膜が接着した領域206を出発点として、矢印で示されるように基板に対して平行な方向に結晶成長が進行する。この横方向への結晶成長は、2.5μm程度である。またその結晶成長方向は概略(111)軸方向であることが確認されている。(図3(A))

【0072】次に、マスクとして機能している発化粧素膜205を除去する。この膜、領域206の表面に形成される酸化膜も同時に除去する。そして、珠状膜204をバターニング後、ドライエッティングして、島状の活性層領域208を形成する。

【0073】ここで、図3(A)の206で示された領域は、ニッケルが直接導入された領域であり、ニッケルが高濃度に存在する領域である。また、結晶成長の先端にも、やはりニッケルが高濃度に存在することが確認されている。これらの領域では、その中間の領域に比較してニッケルの濃度が高いことが判明している。したがって、本実施例においては、活性層208において、これ

らのニッケル濃度の高い領域がチャネル形成領域と重ならないようにする。

【0074】その後、プラズマCVD法により、ゲート絶縁膜として機能する酸化珪素膜209を1000Åの厚さに形成する。(図3(B))

〔0075〕引き続いて、スパッタリング法によって、厚さ3000~8000Å、例えば6000Åのアルミニウム(0.01~0.2%のスカンジウムを含む)を成膜する。そして、アルミニウム膜をバーニングして、ゲート電極210を形成する。(図3(C))

【0076】さらに、このアルミニウムの電極の表面を陽極酸化して、表面に酸化物層211を形成する。この陽極酸化は、酒石酸が1～5%含まれたエチレンジリコール浴液中でゲイツ電極210を陽極として行う。得られる酸化物層211の厚さは2000Åである。なお、この酸化物層211は、後のイオンドーピング工程において、オフセットゲイツ領域を形成する厚さとなるので、オフセットゲイツ領域の長さを上記陽極酸化工程で決めることがアキマス（第3（D））。

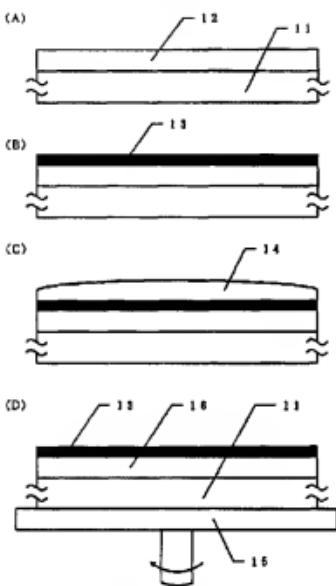
【0077】次に、イオンドーピング法（プラズマドーピング法とも言う）によって、活性層領域（ソース／ドレイン、チャネルを構成する）にゲート電極部、すなはちゲート電極 210 とその周囲の膜化層 211 をマスクとして、自己整合的に N 勻配電を付与する不純物（ここでは磷）を添加する。ドーピングガスとして、フォスマシン (P_H_3) を用い、加速電圧を 6.0 ~ 9.0 kV、例えば 8.0 kV とする。ドーズ量は $1 \times 10^{11} \sim 8 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 、例えば、 $4 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ とする。この結果、N 型の不純物領域 212 と 213 を形成される。因

からも明らかなように不純物領域とゲート電極とは距離 x だけ放れたオフセット状態となる。このようなオフセット状態は、特にゲート電極に逆偏圧 (N-チャネル TFT の場合は、マイナス) を印加した際 (オフ電流ともいいう) を低減する上で有効である。特に、本実験例のようにアクティブマトリクスの画素を制御する TFT においては良好な画像を得るために画素電極に蓄積された電荷が逃げないようにリーグ電流が低いことが望まれるので、オフセットを設けることは有効である。

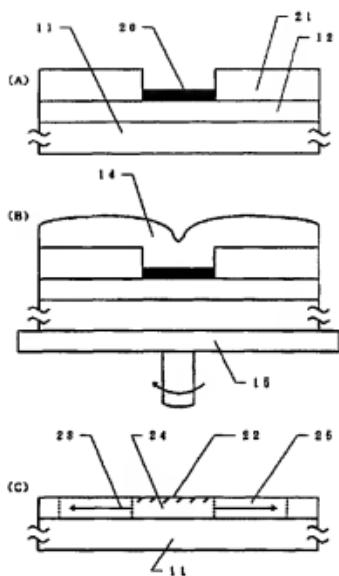
【0078】その後、レーザー光の照射によってアニールを行う。レーザー光としては、Krfエキシマレーザー（波長248nm、パルス幅20ps）を用いる。他のレーザー光であってもよい。レーザー光の照射条件は、エネルギー密度が2000~4000mJ/cm²、例えば250mJ/cm²とし、一か所につき2~10ショット、例えば2ショット照射する。このレーザー光の照射時に基板を2000~4500°C程度に加熱することによって、効果を増大せしめてよい。（図3（E））

【0079】 続いて、厚さ6000Åの酸化珪素膜214を層間絶縁物としてプラズマCVD法によって形成する。さらに、スピニコーティング法によって透明なポリ

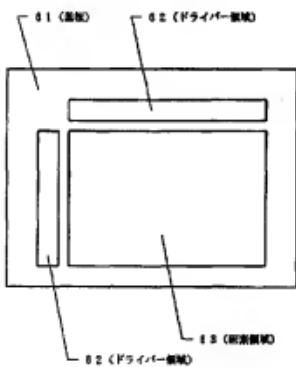
【図1】



【図2】



【図3】



[図3]

